

**STUDI Pengerasan Regangan (*Strain Hardening*)
pada *Foot Step* Sepeda Motor Produk Asli dan
Produk Imitasi (*Lokal*)**



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata 1 Pada
Jurusan Mesin Fakultas Teknik

AGIL ADITYA PRATAMA

D200090047

**PROGRAM STUDI MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**STUDI Pengerasan Regangan (*STRAIN HARDENING*)
PADA *FOOT STEP* Sepeda Motor Produk Asli dan
Produk Imitasi (*LOKAL*)**

Publikasi Ilmiah

Oleh :

AGIL ADITYA PRATAMA

D200090047

Telah diperiksa dan setuju untuk diuji oleh
Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Patna Partono, ST, MT

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI Pengerasan Regangan (*STRAIN HARDENING*) PADA *FOOT STEP* Sepeda Motor Produk Asli dan Produk Imitasi (*LOKAL*)

Oleh :

AGIL ADITYA PRATAMA

D200090047

Telah dipertimbangkan di depan dewan penguji

Fakultas Teknik Mesin



Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada Hari *Senin* / 22 *Pebruari* 2016

Dan di nyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji

1. **Patna Partono, ST, MT**
(Ketua Dewan Penguji)
2. **Ir. Ngafwan, MT**
(Anggota 1 Dewan Penguji)
3. **Nurmuntaha A N, ST, Pg, Dip**
(Anggota 2 Dewan Penguji)

1. ()
2. ()
3. ()

Dekan,


Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di satu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis di acu dalam naskah dan disebut dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya diatas, makaakan saya pertanggungjawabkan.

Surakarta, 19 Pebruari 2016

Yang menyatakan,



AGIL ADITYA PRATAMA

STUDI PENGKERASAN REGANGAN (*STRAIN HARDENING*) PADA *FOOT STEP* SEPEDA MOTOR PRODUK ASLI DAN PRODUK IMITASI (*LOKAL*)

ABSTRAKSI

*Penelitian material terhadap komponen sepeda motor dapat memberikan gambaran tentang kualitas sifat fisis dan mekanisnya. Hasilnya akan menjadi pertimbangan untuk perencanaan produksi berikutnya sehingga diharapkan produk baru akan meningkatkan kualitasnya. Penelitian material ini difokuskan pada pengerasan regangan (*strain hardening*) pada bagian *foot step**

Pengujian bertujuan untuk memeriksa kadar prosentase kandungan unsur-unsur yang terdapat dalam bentuk uji. Dari komposisi ini (terutama unsur karbon) digunakan untuk mencari titik austenit pada diagram transformasi, dan pengaruhnya terhadap sifat bahan. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian struktur mikro, kekerasan dan komposisi kimia.

*Berdasarkan hasil penelitian, *foot step* Yamaha produk asli maupun imitasi termasuk material baja karbon rendah, dimana produk asli dengan unsur karbon 0,178% sedangkan produk imitasi dengan unsur karbon 0,169% . Kandungan karbon lebih tinggi di dapatkan harga kekerasan lebih tinggi, Struktur mikro produk asli maupun imitasi adalah ferit dan perlit. Butiran-butiran ferit dan perlit terlihat memanjang pada bagian tekukan luar, Fenomena tersebut akibat adanya pengerjaan dingin yang menyebabkan adanya kekerasan yang di kenal dengan pengerasan regangan (*strain hardening*)*

Keyword : Analisis Fisis, Pengujian Kekerasan, Uji Struktur Mikro, Uji Komposisi Kimia

ABSTRACTION

Research material on motorcycle components can give an idea about the quality of the physical and mechanical properties. The result will be a consideration for the new product,ion planing ,so it is hoped the new product will improving its quality this research material is focused on the strain hardening on the foot step.

The purpose of the test is to check the percentage level on the elements contained in the test form. From this compositions (mainly carbon element) is used to looking for the austenite point the transformation diagram and their effect on material properties. The test which been performed are microstructure,hardness and chemical composition.

Based on the research result,yamaha footstep original and imitation product including low carbon steel material, where as the original product contain 0,178% of carbon and the imitation product contain 0,169% of carbon.

The higher content of carbon (original carbon) obtains higher rates of hardening also. The microstructure of the original and imitation products is ferrite and pearlite. The grains of ferrite and pearlite look elongated in the outer bands. That phenomenon is due to the cold working that causes the grains become more dense and the shape become elongated due to its hardness increasing, as known as strain hardening.

Keyword : Foot step, strain hardening, Violence, Micro Structure, Chemistry composition

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini perkembangan teknologi semakin pesat, banyak sekali mesin – mesin dan peralatan - peralatan yang diciptakan oleh para ahli untuk memudahkan kegiatan manusia. Seiring dengan perkembangan zaman banyak sekali mesin - mesin modern dengan cara kerja atau penggunaan yang sangat mudah dan efisien terutama pada kendaraan bermotor.

Dengan bermunculnya kendaraan – kendaraan bermotor roda dua merk Jepang yang berteknologi tinggi semakin banyak memberikan pilihan / alternatif bagi masyarakat pengguna sepeda motor. Produk Jepanglah yang menguasai pasar di Indonesia atau boleh dibilang selama ini mereka yang menguasai / memonopoli pasar di Indonesia.

Penelitian metalurgi terhadap komponen sepeda motor terutama foot step pada motor merk Yamaha orisinal dan imitasi, setidaknya dapat memberikan gambaran tentang kualitas *foot step* pada motor merk Yamaha, asli dan imitasi ditinjau dari segi kualitas metalurgi. Untuk itu penulis berinisiatif meneliti foot step kendaraan bermotor merk Yamaha, asli dan imitasi jenis kendaraan bermotor produk Jepang. Komponen foot step memegang peranan penting dalam kendaraan bermotor. Selain sebagai pendukung dalam kendaraan bermotor. foot step juga berfungsi memberikan kenyamanan pada kendaran. Disamping itu foot step juga berfungsi untuk memberikan kemudahan pada pengendara dalam pemindahan gigi dan pengereman.

Karena hal-hal itulah penulis berinisiatif untuk membandingkan kualitas metalurgi foot step kendaraan bermotor merk Yamaha, asli dan Imitasi produk

Jepang. Ada pun penulis meneliti dan kedua produk tersebut adalah kedua produk tersebut yang paling banyak dipakai oleh konsumen dan mutunya tidak perlu diragukan lagi.

1.2 Pembatasan Masalah

Untuk mendapat suatu hasil penelitian dengan jangkauan data yang tidak melebar pada permasalahan yang lebih luas, maka perlu adanya pembatasan suatu masalah dan ruang lingkup tingkat penelitian, pembatasan tersebut yaitu:

1. Material.

Material yang digunakan disini adalah komponen *foot step* kendaraan bermotor merk Yamaha, asli dan imitasi

2. Pengujian yang dilakukan:

- 2.1. Uji Komposisi kimia dengan standar ASTM E350 - 12

- 2.2. Uji Struktur mikro dengan standar ASTM E3

- 2.3. Uji Kekerasan dengan standar ASTM E18 - 5

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mendapatkan komposisi kimia *foot step* sepeda motor merk Yamaha produk asli dan imitasi dan mengklasifikasikan jenis materialnya.
2. Untuk mendapatkan struktur mikro *foot step* sepedamotor merk Yamaha produk asli dan imitasi, mengidentifikasi fasanya terutama pada bagian yang mengalami pengerasan regangan.
3. Untuk mendapatkan harga kekerasan *foot step* motor merk Yamaha produk asli dan imitasi, terutama pada bagian yang mengalami pengerasan regangan.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian yang dilakukan, ada beberapa manfaat yang bias diambil antara lain:

1. Khalayak umum dapat membandingkan antara produk *foot step* motor merk Yamaha, asli dan imitasi

2. Bagi pendidikan kita dapat mengetahui bagaimana komposisi, struktur mikro, kekerasan dan kekuatan tarik dari suatu bahan agar kualitasnya baik.

Penulis menggunakan metode penelitian laboratorium yaitu mengamati dan mencatat segala hasil pengujian yang dilakukan, dan pengujian selanjutnya menganalisa hasil pengujian tersebut.

Lebih jelasnya bisa dilihat keterangan dibawah ini:

- a. Tahap studi literatur.

Pada tahap ini diawali dengan mempelajari buku yang berhubungan dengan metalurgi untuk selanjutnya digunakan sebagai acuan pada penelitian dan pengujian yang dilakukan.

- b. Tahap pelaksanaan pengujian.

Pelaksanaan pengujian dilakukan dengan mengacu pada literatur yang sudah ada dan disesuaikan dengan standar pengujian yang telah dipakai penelitian.

- c. Tahap pengamatan

Pada tahap ini dilakukan pengamatan dari hasil pengujian untuk selanjutnya dicatat.

- d. Tahap analisa dan pembahasan.

Pada tahap ini pengujian dianalisa , analisa mengacu pada standar yang berlaku.

- e. Tahap kesimpulan.

Kesimpulan yang diambil menurut hasil pembahasan yang ada tanpa ditambah dan dikurangi.

Budiraharjo, Agus.S. (2003) telah melakukan analisa sifat fisis dan mekanis foot step pada motor Yamaha, Honda, dan Suzuki. Hasil uji komposisi kimia ketiga unsur Foot steep tersebut berbeda-beda. Foot steep Suzuki termasuk baja karbon sedangkan pada foot step Yamaha dan Honda termasuk baja karbon rendah. Hasil pengujian kekerasan diperoleh harga kekerasan tertinggi yaitu produk Suzuki sebesar 250,2 kg/mm². kemudian untuk harga kekerasan rendah yaitu pada produk Yamaha sebesar 94,3 kg/mm². Hasil pengujian struktur mikro dapat disimpulkan bahwa ketiga foot step tersebut nampak adanya fasa ferit dan perlit. Hasil uji tarik dapat diketahui bahwa foot step Yamaha memiliki uji tarik

terbesar, yaitu 624,17 N/mm². Disusul foot step Suzuki sebesar 582,5 N/mm² dan uji tank terkecil yaitu foot step Honda sebesar 495 N/mm².

1.5 Penerapan Pengujian Bahan.

1.5.1 Uji komposisi kimia.

1.5.1.1 Klasifikasi Baja

Baja didefinisikan campuran yang terdiri dari besi dan karbon, namun perlu diketahui bahwa tidak ada satu jenis baja apapun yang kandungannya hanya terdiri dari dua elemen ini. Hal ini dikarenakan oleh proses pembuatan dan sifat - sifat alamiah dari bahan - bahan mentah yang digunakan, semua baja mengandung bahan - bahan lain dalam jumlah kecil dan bervariasi, seperti fosfor, belerang, mangan, silikon dan elemen - elemen lain. Elemen - elemen tidak mungkin dihilangkan semuanya dari logam. Untuk itu baja diklasifikasikan menjadi bermacam - macam kelompok ditinjau dari kandungan karbon maupun kandungan elemen - elemen paduan lain yang terdapat dalam baja:

a. Baja Karbon

1. Baja Karbon rendah¹ (<0,20 % C)
2. Baja Karbon sedang² (0,20 s/d 0,50 % C)
3. Baja Karbon tinggi³ (0,50 s/d 1,7 % C)

b. Baja Paduan (*Alloy*)

Baja paduan termasuk baja khusus dengan menambahkan macam - macam unsur paduan baja cor - baja paduan terdiri dari :

1. Baja paduan rendah (jumlah paduan khusus 1 s/d 2 %)
2. Baja paduan menengah (jumlah paduan khusus 2 s/d 7 %)
3. Baja paduan tinggi (jumlah paduan khusus > 7 %)

Sifat dari baja paduan selain dari kadar karbon, juga ditentukan terutama oleh unsur paduan yang ditambahkan. Pada baja paduan, diagram Fe-C biasa tidak berlaku, dan baja paduan ini selalu mempunyai kadar karbon 0 - 1,5 % C.

Baja karbon biasanya dapat digunakan setelah melalui pencelupan dingin penormalan dan penemperan untuk memperbaiki sifat - sifatnya. Untuk mengubah

sifat - sifat mekanik baja, ditambahkan unsur yang dapat membentuk senyawa (karbida), misal Cr, V, dan W.

Pada umumnya baja paduan mempunyai sifat - sifat dibawah ini:

1. Keuletan yang tinggi tanpa mengurangi kekuatan tarik.
2. Kemampukerasan sewaktu pendinginan dengan celup minyak atau diudara bebas, dan dengan demikian kemungkinan retak atau distorsinya kurang, disamping itu juga tegangan sisanya rendah.
3. Tahan terhadap korosi dan keausan, tergantung jenis paduan.
4. Tahan terhadap perubahan suhu, ini berarti bahwa sifat fisiknya tidak banyak berubah. Memiliki kelebihan dalam sifat - sifat metalurgi, seperti butir yang halus.
5. Memiliki kelebihan dalam sifat—sifat metalurgi, seperti butir yang halus.

1.5.1.2 Unsur - unsur Paduan Baja

Unsur—unsur paduan yang biasa terdapat pada baja beserta pengaruhnya pada baja terdiri dari:

a. Karbon (C)

Unsur karbon memegang peranan penting dalam pembuatan baja karbon. Selain untuk menaikkan besaran kekerasan, kekakuan, menaikkan tempa, juga untuk menurunkan keuletan.

b. Khrom (Cr)

Merupakan unsur terpenting dalam baja konstruksi dan perkakas yang menginginkan daya atau sifat mekanik yang baik, baja tahan karat dan asam. Meningkatkan kekerasan, kekakuan aus, kemampuan diperkeras, ketahanan yang menveiuruh, serta tahan panas.

c. Mangan (Mn)

Unsur Mn terkandung dalam sernua bahan besi dalam jumlah kecil. Sebagai unsur paduan logam pada baja konstruksi dan perkakas dalam meningkatkan kekuatan, kekerasan, dan ketahanan aus.

d. Silikon (Si)

Unsur Si terkandung dalam jumlah kecil didalam semua bahan besi dan baja. Fungsi Si adalah untuk meningkatkan kekuatan, kekerasan, kemampuan diperkeras secara keseluruhan, tahan aus, ketahanan terhadap panas dan karat, tetapi juga mampu menurunkan tegangan, kemampuan tempa dan kemampuan untuk dilas.

e. Kobalt (Co)

Sebagai unsur paduan dalam baja, kobalt meningkatkan kekerasan, tahan aus dan tahan panas. Pada magnet permanen mengandung kobalt sehingga mempunyai kepekaan terhadap pemanasan lanjut.

f. Nikel (Ni)

Paduan antara baja karbon dengan nikel akan menghasilkan paduan yang dapat dilas. Unsur nikel meningkatkan keuletan, kekuatan, mampu las, tahan karat. Tetapi menurunkan regangan panas dan kecepatan pendinginan.

g. Molibdenum (Mo)

Kebanyakan dipadu dengan baja dalam ikatan dengan Co, Ni dan V. Dapat meningkatkan kekuatan tarik, batas rentang kemampuan temper menyeluruh, ketahanan panas, batas kelelahan, menurunkan kerapuhan.

h. Vanadium (V)

Mempunyai pengaruh seperti Mo dalam baja, dapat meningkatkan kekuatan, batas rentang keuletan, kekuatan panas dan ketahanan leleh. Unsur V pada baja mempunyai keistimewaan yaitu dapat menurunkan kepekaan terhadap sengatan panas yang melewati batas pada perlakuan panas.

i. Titanium (Ti)

Memiliki kekuatan yang sama seperti baja dalam mempertahankan suhu hingga 400 °C, sehingga banyak dipakai sebagai bahan kawat las. Paduan antara baja karbon dengan titanium akan mempunyai sifat kekerasan yang sangat tinggi. Baja titan banyak diminati sebagai bahan dalam industri kendaraan perang, kapal udara dan elemen-elemen yang membutuhkan kekuatan tinggi dan ringan.

j. Aluminium (Al)

Unsur Al terkandung dalam jumlah yang kecil pada baja. Tujuannya yaitu sama dengan Si, untuk memberikan keuletan dan kemampuan diperkakas serta meningkatkan daya tahan terhadap korosi.

1.5.2 Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian ini bertujuan untuk memeriksa kadar prosentase kandungan unsur-unsur paduan yang terdapat dalam bentuk uji. Dari komposisi ini (terutama unsur karbon) digunakan untuk mencari titik austenit pada diagram transformasi, sekaligus unsur-unsur lain dan pengaruhnya terhadap sifat bahan.

Alat yang digunakan untuk pengujian adalah spectrum kimia Universal yang bekerja secara otomatis untuk mengetahui kriteria prosentase kandungan unsur kimia material penyusun logam.

Dalam Pelaksanaan pengujian ini dilakukan di Politeknik Manufaktur Ceper Klaten

1.5.3 Pengujian Struktur Mikro

Tujuan dilakukan pengujian struktur mikro adalah untuk mengamati struktur mikro dan bahan yang diuji dan mengetahui fasa-fasa benda uji. Dalam pengujian benda uji harus dalam keadaan halus. Hal ini diperoleh dengan cara diampelas dengan menggunakan amplas nomor 120,180,400,600,1000 dan finishing dengan autosol, setelah proses pemolesan dan finishing sehingga permukaan benda tampak mengkilap baru dilakukan proses pengetsaan. Dalam proses ini dilakukan dengan bahan HNO_3 2,5% dan dibersihkan dengan menggunakan alkohol 97%. Tujuan pengetsaan adalah untuk pengikisan sehingga memudahkan dalam pengamatan struktur mikro dan juga dan juga dalam pengambilan foto.

Dari hasil pengujian kita bisa mengetahui fasa-fasa apa saja yang dialami oleh benda yang kita uji tersebut. Adapun pelaksanaan pengujian ini dilakukan di Laboratorium Politeknik Manufaktur Ceper Klaten.

1.5.4 Pengujian Kekerasan rockwell

Pengujian kekerasan ini menggunakan standar ASTM E 18-15 dilakukan dengan menggunakan alat uji jenis rockwell. Bagian yang diuji adalah kecil sehingga digunakan alat uji mikrohardeness. Pada alat uji mikrohardeness yang digunakan indentornya berbentuk bola baja. Pembebanan dilakukan dengan dua tahap; tahap

pertama adalah pembebanan minor kemudian pembebanan mayor. Nilai kekerasan ditentukan dengan perbandingan kedalaman kedua tahap pembebanan. Berbeda dengan metode Brinell dan Vickers dimana kekerasan suatu bahan dinilai dari diameter atau diagonal jejak yang dihasilkan, maka metode Rockwell merupakan uji kekerasan dengan pembacaan langsung (direct reading).

1.5.5 Prinsip Pembengkokan Pelat (Bending Process)

Proses perubahan bentuk logam secara plastik dengan cara penekanan dan tarik lewat roll penjepit dan pembentuk (*Die*) sebagai pelengkung dengan menggunakan press hidrolik dinamakan proses roll bending. Pengerjaan ini banyak digunakan pada proses pengerjaan logam khususnya pada pengerjaan dingin logam (*metal cold working*)

Pada perubahan bentuk logam diantara roll penjepit dan die pembentuk, benda kerja akan mengalami tegangan yang dikenal dengan tegangan-tegangan kompresi yang tinggi berasal dari gerakan jepit roll dan tegangan gesek permukaan sebagai akibat gesekan antara logam dan roll. Gaya gesek juga mempunyai pengaruh terhadap penarikan logam diantara roll dan die pembentuk. Pelengkungan logam ini pada dasarnya terdiri dari : roll (bantalan/bushing) dan die pembentuk yang berbentuk busur dan dudukan/meja tempat komponen-komponen tersebut, disertai penggerak die yakni hidrolik oli yang dipompa oleh motor listrik. Gaya yang dihasilkan pada pembengkokan dapat mencapai ratusan Kgf, oleh karena itu diperlukan konstruksi yang kokoh. Hampir semua proses bending (pembengkokan) pelat khususnya pada proses yang dibahas ini sangat identik dengan dua elemen dimana kedua elemen tersebut dibuat dari coran logam atau logam karbon berstandar kuat. Setiap elemen mempunyai fungsi masing-masing dalam proses pembentukan, sebagai ilustrasi dapat diperlihatkan pada gambar dibawah ini. Secara deskriptif untuk setiap elemen mempunyai fungsi khusus antara lain:

1. Busur Pembentuk (*dies*), Dinyatakan sebagai busur pembentuk karena bentuknya seperti busur dengan sudut .yang berfungsi untuk membentuk lembaran pelat dengan membengkokkan pelat melalui pemberian tekanan

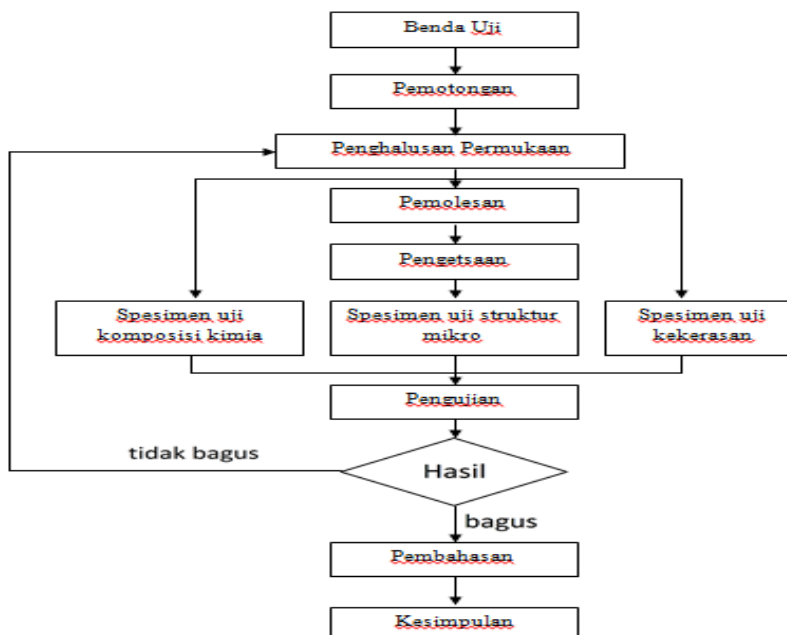
hidrolik. Benda ini bergerak kekiri dan kekanan dengan arah tegak lurus pada sumbu poros dan pergerakan busur ini dibatasi oleh dua pembatas (*limit switch*) yang dipasang pada sisi kanan dan kiri poros agar busur bergerak tetap pada radius .

2. Roll Penjepit/penekan, Roll penjepit ini berada tepat disebelah busur pembentuk. Roll ini bekerja secara statis (diam) namun berputar pada saat terjadi gesekan dengan pelat yang digerakkan oleh busur, rol ini berputar dengan arah tegak lurus pada sumbu poros, yang berfungsi untuk menjepit dan menekan pelat pada proses pembengkokan terjadi.

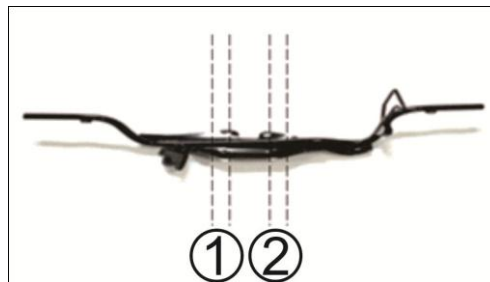
2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Agar penelitian dapat lancar dan mudah, maka benda uji perlu dipersiapkan secara seksama dan berhati-hati supaya hasil yang diperoleh benar - benar baik dan falit, maka dalam mempersiapkan benda uji tidak boleh ada kesalahan. Benda uji harus dipersiapkan dan diperlakukan dengan baik, dan dengan cara kerja yang sesuai dengan urutan kerja sesuai yang direncanakan seperti terlihat dalam diagram alir penelitian



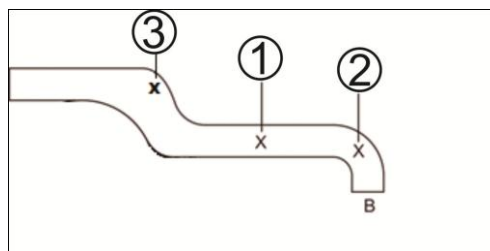
Bahan.



Gambar 2. foot step motor yamaha sebelum dipotong

Keterangan

1. Lokasi pengujian kekerasan dan struktur mikro
2. Lokasi pengujian komposisi kimia



Gambar 3. skema pemotongan benda uji kekerasan

Keterangan:

Titik 1, 2, dan 3 lokasi pengujian struktur mikro dan pengujian kekerasan



Gambar 4. Potongan pengujian kekerasan dan struktur mikro



Gambar 5. potongan pengujian komposisi kimia

2.1 Alat penelitian

Pengujian dilakukan di laboratorium material politeknik manufaktur ceper klaten.



Gambar 6. alat pengujian komposisi kimia (spectrometer)



Gambar 7. Alat uji struktur mikro



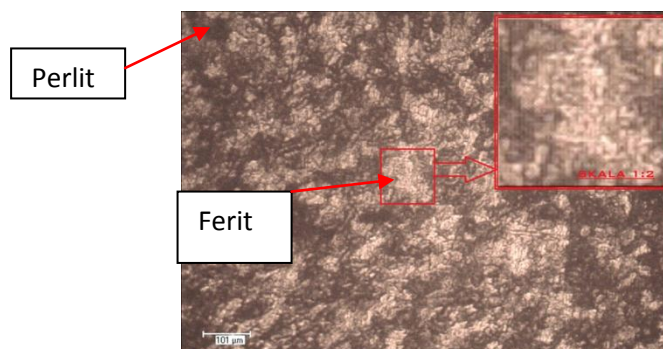
Gambar 8. Alat uji kekerasan

3.HASIL DAN PEMBAHASAN PENGUJIAN

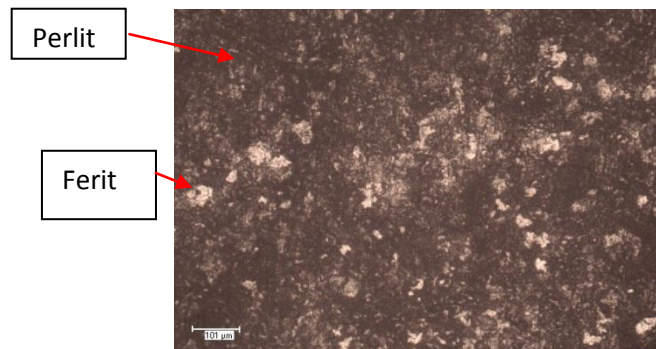
Tabel 1. Hasil Pengujian komposisi Kimia

No	Kandungan Unsur	Kadar (%)	
		Asli	Imitasi
1	Fe	98,74	98,79
2	C	0.178	0.169
3	Si	0.283	0.283
4	Mn	0.382	0.357
5	P	0.005	0.005
6	S	0.010	0.010
7	Cr	0.044	0.028
8	Mo	0.018	0.018
9	Ni	0.000	0.000
10	Al	0.060	0.061
11	B	0.0004	0.0004
12	Co	0.000	0.000
13	Cu	0.071	0.071
14	Nb	0.000	0.000
15	Pb	0.0000	0.0000
16	Sn	0.003	0.005
17	Ti	0.000	0.000
18	V	0,011	0,010
19	W	0,000	0,000

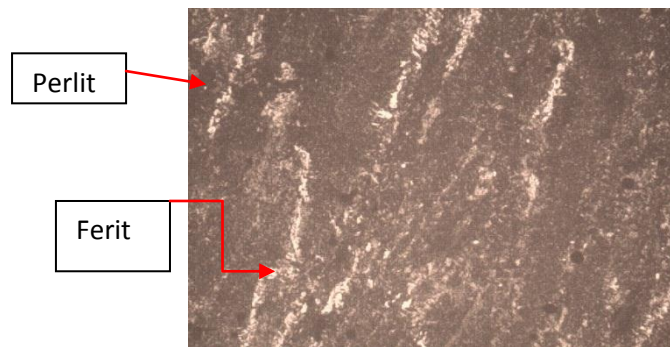
1.5 Hasil Pengujian Struktur Mikro



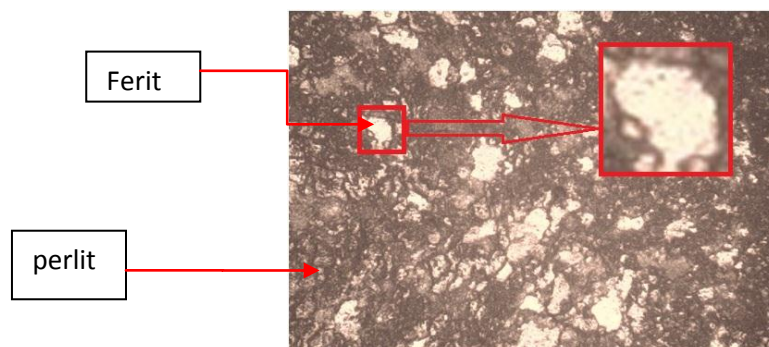
Gambar 9. Struktur mikro foot step titik 1 pembesaran 100X
(produk asli)



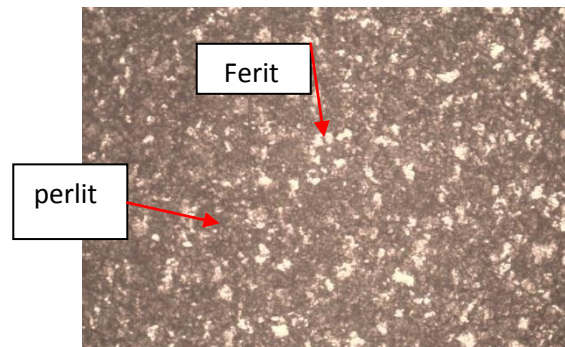
gambar 10. struktur mikro foot step titik 2 pembesaran 100X
(produk asli)



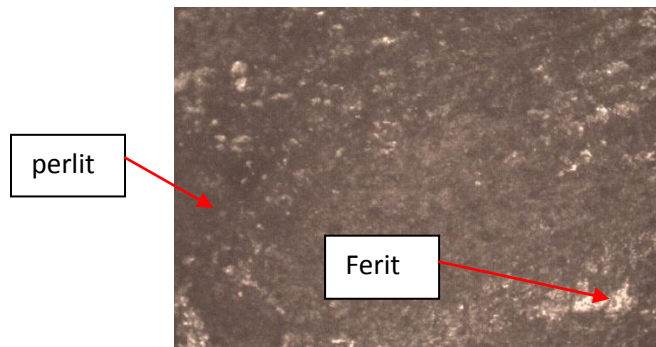
Gambar 11. Struktur mikro foot step titik 3 pembesaran 100X
(produk asli)



Gambar 12. Struktur mikro foot step titik 1 pembesaran 100X
(produk imitasi)



Gambar 13. Struktur mikro foot step titik 2 pembesaran 100X
(produk imitasi)



Gambar 14. Struktur mikro foot step titik 3 pembesaran 100X
(produk imitasi)

3.2 Hasil pengujian kekerasan Rockwell

Tabel 2. hasil pengujian kekerasan Rockwell

Produk	Lokasi	HRB	HB (kg/mm ²)
Produk Asli	1	86,62	166,67
	2	86,09	168,94
	3	91,11	188,56
Produk Imitasi	1	82,02	146,96
	2	50,70	95,00
	3	86,82	169,80

3.3 Pembahasan

3.3.1 Pembahasan Uji Komposisi Kimia.

Dari hasil pengujian komposisi dapat dilihat bahwa antara foot step yamaha produk asli dan imitasi mempunyai 19 kandungan unsur kimia yang sama dengan kadar yang berbeda.

Dilihat dari unsur-unsur pada *foot step* asli, yaitu 98,74 % Fe, 0,178% C, 0,283% Si, 0,382% Mn, 0,005% P, 0,01% S dan unsur-unsur lainnya dibawah 0,1%, sedangkan pada foot step imitasi yaitu 98,79 % Fe, 0,169% C, 0,283% Si, 0,357% Mn, 0,005% P, 0,01% S. Mekan termasuk baja karbon rendah hal ini sesuai dengan standar komposisi kimia untuk baja karbon rendah yaitu unsur karbonnya dibawah 0,2%, sedangkan unsur silikon (Si) sekitar 0,25% dan unsur mangan (Mn) 0,3-1,5% (halaman 10), dan unsur-unsur paduannya dibawah 1%.

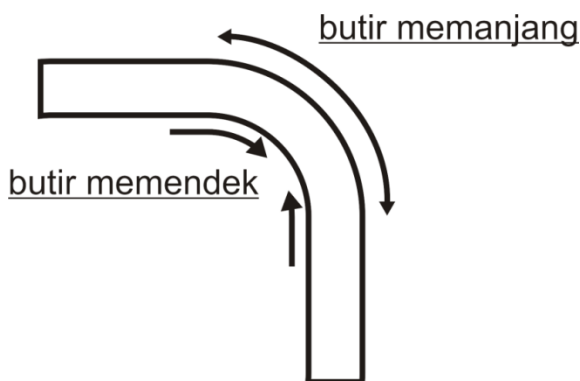
Unsur-unsur paduan Cr, Mo, sampai unsur W tidak mempengaruhi secara signifikan pada kualitas baja karena prosentase rata-ratanya dibawah 0,1%, menurut referensi jika diatas 1% termasuk baja paduan. Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa kandungan unsur carbon terbanyak terdapat pada produk asli (0,179% C) dibanding produk imitasi (0,169 % C). Pada teori bahwa unsur karbon akan mempengaruhi kekerasan suatu logam. Sehingga analisa pembahasan menunjukkan bahwa spesimen produk asli lebih keras dibandingkan pada produk imitasi.

3.3.2 Pembahasan Uji Struktur Mikro

Pada *foot step* asli pada gambar 9. dapat di lihat warna putihnya paling banyak di bandingkan gambar 10. dan 11. selanjutnya dapat di lihat pada gambar 10. warna putinya lebih banyak di bandingkan gambar pada gambar 11. Hal tersebut menunjukkan bahwa spesimen pada gambar 9. lebih lunak di banding spesimen pada gambar 10. Begitu juga spesimen pada gambar 10. lebih lunak di bandingkan spesimen pada gambar 11. Karena warna putihnya menunjukan struktur mikro ferit dan perlit yang bersifat lunak (Kekerasanya 50-100 HB). Spesimen pada gambar 9. adalah dalam kondisi belum di tekuk, sedangkan spesimen pada gambar 10. kondisinya sudah di tekuk sekali dan spesimen pada gambar 11. kondisinya di tekuk dua kali. Adanya tekukan akan terjadi pengerasan regangan, sehingga spesimen ini akan mengalami kenaikan kekerasan. Pada gambar 11. dapat di lihat bekas-bekas pengerasan regangan. Kekerasan spesimen

dengan dua tekukan lebih tinggi di bandingkan dengan sekali tekukan, karena lebih banyak pengerasan regangan. Tekukan menyebabkan spesimen lebih padat dan timbulnya dislokasi dislokasi dari susunan atom-atom besi. Hal-hal tersebut mengakibatkan kenaikan kekerasan.

Begitu juga pada *foot step* imitasi, pada gambar 12. dapat di lihat warna putihnya paling banyak di bandingkan gambar 13. dan 14. selanjutnya dapat di lihat pada gambar 13. warna putihnya lebih banyak di bandingkan gambar pada gambar 14. Hal tersebut menunjukan bahwa spesimen pada gambar 12. lebih lunak di banding spesimen pada gambar 13. Begitu juga spesimen pada gambar 13. lebih lunak di bandingkan spesimen pada gambar 14. Karena warna putinya menunjukan struktur mikro ferit yang bersifat lunak (Kekerasanya 50-10HB). Spesimen pada gambar 12. adalah dalam kondisi belum di tekuk, sedangkan spesimen pada gambar 13. kondisinya sudah di tekuk sekali dan spesimen pada gambar 14. kondisinya di tekuk dua kali. Adanya tekukan akan terjadi pengerasan regangan, sehingga spesimen ini akan mengalami kenaikan kekerasan. Pada gambar 14. dapat di lihat bekas bekas pengerasan regangan,



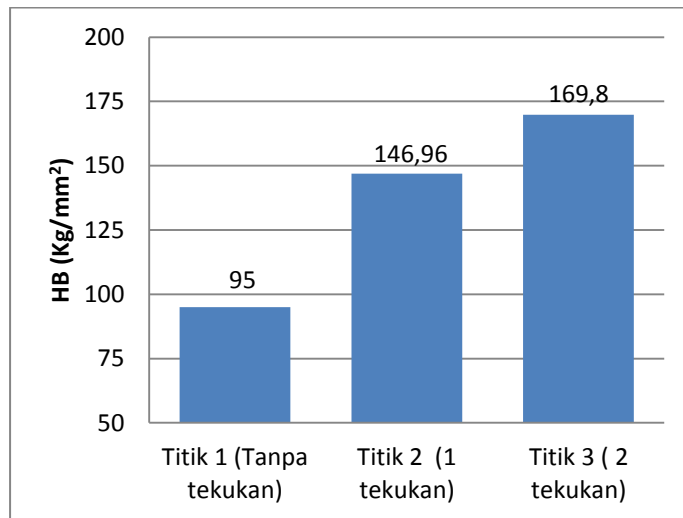
Awalnya bentuk perlit dan ferit cenderung kearah bentuk membulat. Proses pembentukan lengkungan dapat membuat bentuk struktur butiran logam menjadi memanjang pada bagian lengkungan luar dan memendek pada bagian lengkungan dalam namun dalam struktur yang terdapat pada gambar tidak terlihat memanjang, karena kemungkinan sudah terkena panas sampai menyebabkan perubahan struktur mikro ke arah bentuk membulat lagi meskipun belum sempurna. Jika terkena panas yang panasnya sampai 900°C dan kemudian menaikkan

temperature pendinginannya secara cepat maka akan terbentuk struktur mikro martensit atau bainit, tetapi kenyataannya pada specimen ini tidak terbentuk martensit atau bainit tetapi terbentuk perlit dan ferit, berarti specimen setelah proses pembentukan kemudian terkena panas dan didinginkan tidak cepat, sehingga struktur mikronya perlit dan ferit yang bentuknya tidak memanjang. Struktur mikro pada *foot step* produk asli memiliki struktur logam yang lebih rapat dibandingkan produk imitasi menandakan kekerasan logam (lebih rapat lebih keras). Secara keseluruhan gambar dari struktur mikro di lihat dari kandungan ferit, perlit, bentuk butiran dan dislokasi maka specimen asli lebih keras di bandingkan specimen imitasi.

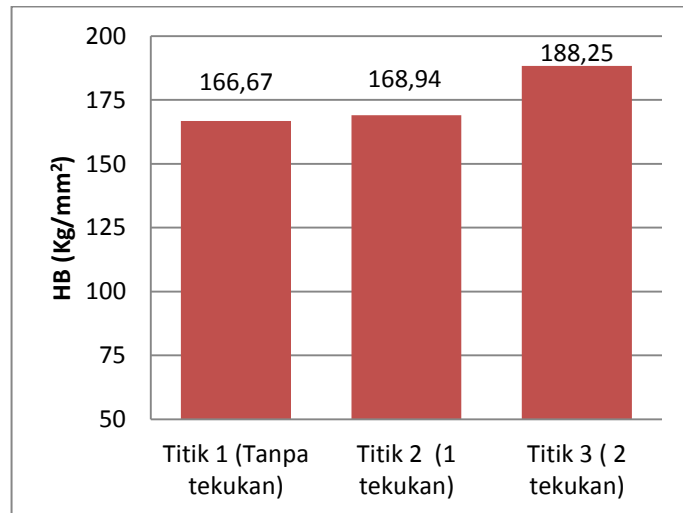
3.3.3 Pembahasan Uji Kekerasan

Bila dilihat pada gambar maka struktur mikronya adalah ferit dan perlit (ferit+sementit yang berselang seling membentuk lapisan-lapisan) berdasarkan gambar struktur mikro tersebut dan referensi kekerasan baja karbon rendah bisa diperkirakan kekerasannya sekitar 130 HB. Kalau benda tersebut dipanaskan sampai 900°C dan kemudian dicelup, kekerasannya bisa menjadi sekitar 450 HB dengan struktur mikro martensit seluruhnya, martensit+bainit, tergantung kecepatan pencelupannya. Jika selanjutnya dipanaskan lagi sekitar 300-550°C dan kemudian didinginkan maka kekerasannya akan menjadi sekitar 130-450 HB dengan struktur mikro perlit + bainit tergantung lama pendinginannya.

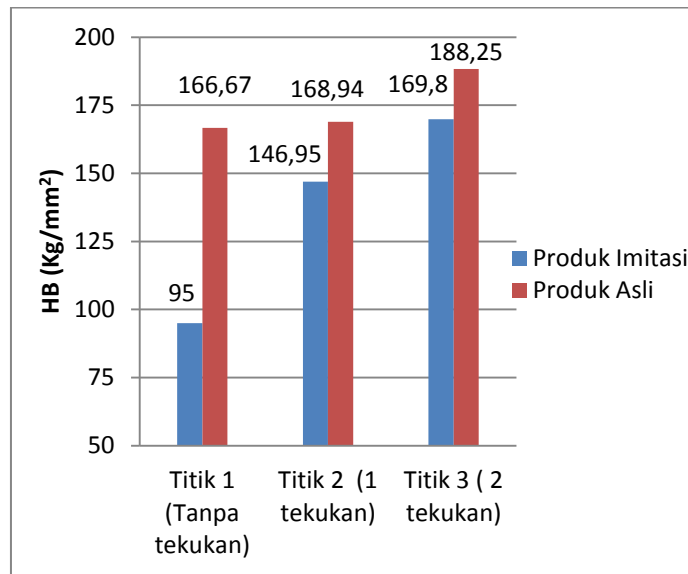
Berdasarkan referensi baja karbon rendah ini mempunyai kekuatan tarik 50-60 kg/mm² dan kekuatan luluh 38-42 kg/mm². Dari sini ada daerah regangan plastis, sehingga bahan tersebut mudah untuk diproses dengan pengerjaan dingin/cold working (ditekuk, diroll, ditempa, dipress, dsb.). Salah satu efek dari pengerjaan dingin yaitu menimbulkan pengerasan regangan (strain hardening) sehingga akan menaikkan kekerasan.



Gambar 15. grafik harga kekerasan spesimen *foot steep* imitasi



Gambar 16. grafik harga kekerasan spesimen *foot step* asli



Gambar 17. grafik harga kekerasan spesimen *foot step* imitasi dan asli

Dari grafik pada gambar 17. dapat dilihat pada *foot step* produk asli memiliki nilai kekerasan pada titik 1 (tanpa tekukan) sebesar $166,67 \text{ kg/mm}^2$, titik 2 (1 tekukan) sebesar $168,94 \text{ kg/mm}^2$, dan titik 3 (2 tekukan) sebesar $188,25 \text{ kg/mm}^2$ sedangkan *foot step* produk imitasi memiliki nilai kekerasan pada titik 1 sebesar $95,6 \text{ kg/mm}^2$, titik 2 sebesar $146,95 \text{ kg/mm}^2$, dan titik 3 sebesar $169,8 \text{ kg/mm}^2$. Produk asli lebih keras dibanding produk imitasi karena produk asli memiliki kandungan karbon lebih tinggi dibandingkan produk imitasi. bahwa karbon dapat meningkatkan nilai kekerasan pada logam baja.

4.PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari analisa tersebut bisa diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian komposisi kimia *foot steep* motor yamaha produk asli dan produk imitasi diketahui bahwa produk asli mengandung unsur Fe 98,74% dan unsur C 0,178% sedangkan produk imitasi mengandung unsur Fe 98,78% dan unsur C 0,169% dimana kadar karbon produk asli lebih besar dibanding produk imitasi dan kedua produk sama-sama termasuk dalam baja karbon rendah.
2. Berdasarkan pengamatan hasil pengujian struktur mikro dapat disimpulkan bahwa *foot step* tersebut nampak adanya fasa ferit dan perlit. Struktur mikro bagian *foot step* dengan tekukan ada bekas-bekas butiran ferit dan perlit yang

memanjang dari proses pengerjaan dingin yang menyebabkan adanya pengerasan regangan.

3. Pada *foot step* spesimen asli memiliki nilai kekerasan pada titik 1 (tanpa tekukan) sebesar $166,67 \text{ kg/mm}^2$, titik 2 (1 tekukan) sebesar $168,94 \text{ kg/mm}^2$, dan titik 3 (2 tekukan) sebesar $188,25 \text{ kg/mm}^2$ sedangkan *foot step* produk imitasi memiliki nilai kekerasan pada titik 1 sebesar $95,6 \text{ kg/mm}^2$, titik 2 sebesar $146,95 \text{ kg/mm}^2$, dan titik 3 sebesar $169,8 \text{ kg/mm}^2$. Produk asli lebih keras dibanding produk imitasi karena produk asli memiliki kandungan karbon lebih tinggi dibandingkan produk imitasi.

4.2 Saran

Saran yang kami berikan kepada pembaca, supaya jangan cepat mengambil kesimpulan dan berita yang mereka peroleh tanpa pembuktian yang akurat. Dan pelaku penelitian berikutnya, kami menyarankan dalam melakukan penelitian produk jadi supaya meninjau pula proses pembuatan dan produk yang akan diteliti. Hal ini bertujuan supaya peneliti lebih memahami proses pembuatan produk tersebut yang nantinya biar menambah pengetahuan dalam menganalisa penelitian yang dilakukannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Baumer, B.J.H., 1985, The Science Of Metal, Jilid 1, Bharata Karya Aksara, Jakarta.
- Budiraharjo, Agus.S., 2003, Analisa sifat fisis dan mekanis foot steep pada motor yamaha, honda, dan suzuki. Tugas Akhir S1, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Sukoharjo
- De garmo, E. Paul, 1981, Material and Processes in Manufacturing, edisi keempat, PT. Erlangga, Jakarta.
- Dieter, G.E dan Sriati Djaprie, 1993, Metalurgi Mekanik, jilid I, Edisi ketiga, PT. Erlangga, Jakarta.
- Surdia, T. dan S,Saito., 1991, Pengetahuan Bahan Teknik, PT. Pradaya Paramita, Jakarta.
- Thelning, K. E., 1984, Steel And Its Heat Treatment, Second Edition, Butterworth
- Van Vlark, L.H. dan Sriati Djaprie 1994, Ilmu dan Teknologi Bahan, edisi kelima, PT. Erlangga, Jakarta.
- Wiryo sumarto, H., Prof, Dr, Ir, Okumura,T., 2004, Teknologi Pengelasan Logam, PT. Paradaya Paramita, Jakarta.